

Helsinki 12.10.2000

REC'D 31 OCT 2000	
WIPO	PCT

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

F100/00739



Hakija
Applicant

Nokia Telecommunications Oy
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

19991871

Tekemispäivä
Filing date

02.09.1999

Kansainvälinen luokka
International class

H04B

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä signaalikomponenttien käsittelymiseksi kommunikaatiojärjestelmässä ja vastaanotin"

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 30.11.1999 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen **Nokia Networks Oy**.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 30.11.1999 with the name changed into **Nokia Networks Oy**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski
Apulaistarkastaja

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Menetelmä signaalikomponenttien käsittelymiseksi kommunikaatiojärjestelmässä ja vastaanotin

Keksinnön ala

Keksinnön kohteena radiojärjestelmä ja menetelmä monitie-edenneiden (multipath propagated) signaalikomponenttien käsittelymiseksi. Keksinnön kohteena on erityisesti hajaspektritekniikalla (spread spectrum technique) toteutetun radiojärjestelmän RAKE-vastaanotin (RAKE receiver).

Keksinnön tausta

Radiojärjestelmissä, kuten matkaviestinjärjestelmissä, matkapuhelimen sekä tukiaseman välinen radiosignaali etenee useaa reittiä lähettimen ja vastaanottimen välillä. Signaali saattaa edetä suoraan matkapuhelimesta tukiasemaan, mikäli näiden välillä ei ole esteitä. Kaupunkiympäristössä rakennukset, autot ja muut esteet aiheuttava radiosignaaleille heijastumisia (reflection) ja sirontoja (scatter). Signaalin monitie-edenneet komponentit siis saattavat edetä radiotiellä hyvinkin eripituisia matkoja aiheuttaen sen, että komponentit saapuvat vastaanottoon eri aikaisesti. Eräissä radiojärjestelmissä, kuten hajaspektritekniikalla toteutetuissa koodijakoista monikäyttömenetelmää (CDMA, Code Division Multiple Access) käyttävissä radiojärjestelmissä, voidaan tätä monitie-etenemistä käyttää hyväksi. Tällöin vastaanotossa vastaanotetaan kutakin monitie-edennyttä signaalikomponenttia, joita vahvistamalla ja yhdistämällä alkuperäinen lähetetty signaali voidaan paremmin tunnistaa.

CDMA:ssa jokainen signaali koostuu yksilöllisestä hajotuskoodista (spreading code), joka moduloi kantataajuutta samalla levittäen datasihtaalin kaistaa. Samalla taajuuskaistalla siirretään samanaikaisesti usean käyttäjän datasihtaalit ja käyttäjät erotetaan toisistaan hajotuskoodin perusteella. Vastaanotimissa olevat korrelaattorit tahdistuvat haluttuun signaaliin, jonka ne tunnistavat hajotuskoodin perusteella, ja palauttavat signaalin kaistan alkupe-
räiseksi. Vastaanottoon saapuvat signaalit, jotka sisältävät toisen hajotuskoodin, eivät ideaalisessa tapauksessa korreloi vaan säilyttävät leveän kaistan ja näkyvät täten kohinana vastaanotimissa. Järjestelmän käyttämät hajotuskoodit pyritään valitsemaan siten, että ne ovat toistensa suhteen ortogonaalisia eli eivät korreloi keskenään. Yhdellä käyttäjällä voi olla käytössä yksi tai useampi hajotuskoodi tarvittavasta siirtokapasiteetista riippuen.

CDMA-vastaanotinratkaisuna käytetään yleisesti ns. RAKE-vastaanotinta, joka muodostuu yhdestä tai useammasta RAKE-haarasta (RAKE fin-

ger) eli korrelaattorista. RAKE-haarat ovat itsenäisiä vastaanotinyksiköitä, joiden tehtävänä on koostaa ja demoduloida yksi monitie-edennyt vastaanotettu signaalikomponentti. Signaalien vastaanottoon tarkoitettujen RAKE-haarojen lisäksi CDMA-vastaanottimessa on tyypillisesti vähintään yksi erillinen etsijäväline (searcher), jonka tehtävänä on etsiä halutulla hajotuskoodilla lähetetyn signaalin eri signaalikomponentteja, havaita niiden vaiheet ja allokoida signaalikomponentit RAKE-haaroille. Etsijäväline on toteutettu tunnetun tekniikan mukaisesti esimerkiksi sovitetun suodattimen (MF, Matched Filter) avulla. Käytännössä sovitetun suodattimen pituus on etsijähaarassa ollut esimerkiksi

10 256 hajotuskoodin yksikköä eli chippiä (chip), koska vastaanotettavan signaalin vaiheesta ei ole ollut tietoa. Kukin RAKE-haara voidaan ohjata korreloitu-
maan eri kautta edenneeseen signaalikomponenttiin, joista kukin siis saapuu
hiukan eri tavoin viivästyneenä vastaanottimeen. RAKE-haarojen ohjaus ta-
pahtuu antamalla korrelaattorille tieto halutusta hajotuskoodista ja sen vai-
15 heesta.

Signaalin vastaanoton aloittamisen jälkeen RAKE-haara pitää tunnetun tekniikan mukaisesti hajotuskoodinsa synkronissa haaran sisääntulosignaaliin esimerkiksi tunnettua early-late koodinseurantasilmukkaa käyttäen. Tällöin vastaanottimessa on kolme korrelaattoria: yksi seuraa sisääntulosignaalia tarkalleen tahdistettuna, toinen tahdistuu hajotuskoodin early-vaiheeseen, joka on esimerkiksi puoli chippiä ajankohtaista vaihetta edeltävä vaihe ja kolmas tahdistuu late-vaiheeseen, joka on puoli chippiä ajankohtaista vaihetta viivästetty vaihe.

20

Vastaanotinratkaisu, jossa kukin RAKE-haara seuraa oman koodivaiheensa viiveessä tapahtuvia muutoksia, sisältää merkittäviä haittoja, koska korrelaattoreiden toteutus ja oman viiveen seuraaminen RAKE-haaran yhteydessä lisäävät merkittävästi haaran toteutuksen monimutkaisuutta. Merkittävänä haittana edelleen tunnetuissa ratkaisuissa on ollut se, että kun sormihaarat seuraavat itsenäisesti eri suuntiin eteneviä signaalikomponenttejaan, komponenteilla on taipumus sulautua yhteen, jolloin kaksi eri sormihaaraa tahdistuu samaan hajotuskoodin vaiheeseen. Tunnetuista ratkaisuista tunnettu liikennekanavan sovitettu suodatin, joka on ollut suhteellisen pitkä, on lisännyt etsijähaaran vastaanottimen kompleksisuutta tarvittavan laskentatehon kautta, jolloin edelleen myös laitteistolle asetettavat vaatimukset ovat kasvaneet.

25

30

Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on siten esittää menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto siten, että yllä mainitut ongelmat saadaan ratkaistua. Tämä saavutetaan seuraavaksi esitettävällä menetelmällä käsitellä signaalin monitie-

5 edenneitä komponentteja kommunikaatiojärjestelmässä, jossa menetelmässä vastaanotetaan kommunikaatiojärjestelmän radiokanavalla lähetettävä signaali RAKE-vastaanottimessa, muodostetaan RAKE-vastaanottimen viive-estimaattorissa vastaanotetun signaalin perusteella radiokanavan impulssivaste (impulse response) korreloimalla vastaanotettua signaalia ensimmäiseen so-

10 vitettuun suodattimeen. Menetelmässä paikannetaan impulssivasteen suurimman signaalienergian käsittävä yksi tai useampi tappi (tap), sovitetaan mainittu yksi tai useampi tappi ensimmäistä sovitettua suodatinta lyhyempään toiseen sovitettuun suodattimeen, lasketaan toisessa sovitetussa suodattimessa sijaitsevan yhden tai useamman tapin perusteella impulssivasteelle tilastollisia

15 menetelmiä käyttäen painoarvo, verrataan painoarvon ja toisen sovitetun suodattimen keskikohdan välistä poikkeamaa poikkeamalle asetettuun kynnsarvoon, siirretään toista sovitettua suodatinta eteenpäin poikkeaman ylittäessä poikkeaman ylitykselle asetetun kynnsarvon, siirretään toista sovitettua suodatinta taaksepäin poikkeaman alittaessa poikkeaman alitukselle asetetun

20 kynnsarvon, toistetaan neljää viimeksi mainittua askelta signaalin vastaanoton ajan.

Keksinnön kohteena on lisäksi RAKE-vastaanotin kommunikaatiojärjestelmässä, joka vastaanotin käsittää välineet vastaanottaa kommunikaatiojärjestelmän radiokanavalla lähetettävä signaali, yhden tai useamman viive-

25 estimaattorin muodostaa vastaanotetun signaalin perusteella radiokanavan impulssivaste korreloimalla vastaanotettua signaalia ensimmäiseen sovitettuun suodattimeen, yhden tai useamman korrelaattorin seurata vastaanotetun signaalin monitie-edennyttä komponenttia. RAKE-vastaanotin käsittää välineet paikantaa impulssivasteen suurimman signaalienergian käsittävä yksi tai use-

30 ampi tappi, välineet sovittaa mainittu yksi tai useampi tappi ensimmäistä sovitettua suodatinta lyhyempään toiseen sovitettuun suodattimeen, välineet verrata painoarvon ja toisen sovitetun suodattimen keskikohdan välistä poikkeamaa poikkeamalle asetettuun kynnsarvoon, välineet siirtää toista sovitettua suodatinta eteenpäin poikkeaman ylittäessä poikkeaman ylitykselle asetetun

35 kynnsarvon, välineet siirtää toista sovitettua suodatinta taaksepäin poikke-

man alittaessa poikkeaman alitukselle asetetun kynnysarvon, välineet toistaa neljää viimeksi mainittua askelta signaalin vastaanoton ajan.

Keksinnön tavoitteena on poistaa pitkän sovitetun suodattimen tarpeeseen liittyvät ongelmat hajaspektritekniikalla toteutetun radiovastaanottimen liikennekanavan vastaanotossa. Keksinnön tavoitteena on edelleen yksinkertaistaa vastaanottimen sormihaarojen eli korrelaattoreiden toimintaa niiltä osin, että niiden ei tarvitse seurata oman hajotuskoodinsa vaihetta.

Hajaspektritekniikalla toteutetuissa koodijakoisella monikäyttömenetelmällä toteutetuissa radiojärjestelmissä vastaanottimessa pystytään hyödyntämään monitie-edenneitä signaalikomponentteja, siten että komponentit otetaan vastaan eri viiveillä ja yhdistetään, jolloin alkuperäinen signaali saadaan vahvistettua. Esillä oleva keksintö liittyy edellämainittuihin vastaanottimiin, rajoittumatta kuitenkaan siihen, että monikäyttömenetelmä on puhdas CDMA, vaan monikäyttömenetelmä voi olla myös esimerkiksi CDMA:han yhdistetty TDMA tai FDMA.

Keksintö voidaan toteuttaa eräässä edullisessa sovellusmuodossa RAKE-tyyppisessä vastaanottimessa, jossa on yksi tai useampia etsijähaaroja eli viive-estimaattoreita ja yksi tai useampia sormihaaroja. Etsijähaaran tehtävänä on löytää monitie-edenneet signaalikomponentit ja niiden viiveet ja allokoida kyseiset signaalikomponentit korrelaattoreille, joista kukin suorittaa sille allokoidun hajotuskoodin vaiheen seuraamista. Etsijähaaran eräänä tehtävänä monitie-edenneiden komponenttien löytämisessä on oikean koodivaiheen etsintä sovitetun suodattimen avulla. Sovitettuun suodattimeen tulee sisääntulona vastaanotettu signaali, josta otetaan näytteitä. Muodostettuja näytteitä korreloidaan ennalta määrättyyn dataan, kuten osaan hajotuskoodia. Ulostulona sovitetusta suodattimesta saadaan hajotuskoodilla kerrottu sisääntullut signaali. Satunnaispääsykanavalla (RACH, Random Access Channel), jolla solukkoradioverkon kuuluvuusalueella oleva päätelaite esittää yhteydenotto-pyyntöä verkolle, sovitetussa suodattimessa käytettävän hajotuskoodin pät-
 30 kän täytyy olla suhteellisen pitkä, esimerkiksi 256 hajotuskoodin yksikköä, chippiä. Satunnaispääsykanavalla tapahtuneen yhteydenoton seurauksena vastaanotin osaa tahdistua signaaliin, jolloin se osaa käyttää lyhyempää hajotuskoodin pät-
 35 kää, mikä nopeuttaa liikennekanavalla vastaanotettavan informaation käsittelyä. Etsijähaarassa edelleen muodostetaan radiokanavan impulssivaste radiotien signaalille aiheuttaman häiriön arvioimiseksi. Impulssivaste voidaan muodostaa esimerkiksi kanavalla lähetettävien ja vastaanotta-

jan tuntemien pilottisymbolien avulla. Se miten ja minkä informaation pohjalta kanavan impulssivaste muodostetaan etsijähaarassa, ei ole keksinnön kanalta keskeistä. Impulssivaste kuvaa monitie-edenneiden komponenttien signaalienergiaa ja komponenttien viivettä. Löydettyjen viiveiden perusteella par-
 5 haat impulssivasteen kuvaamat signaalikomponentit allokoidaan tunnetun tekniikan mukaisesti korrelaattoreiden seurattavaksi, joita edullisesti on 1-5 kappaletta, mutta niitä voi olla vastaanottimessa toki enemmänkin.

Keksinnön perusajatuksena on laskea kanavan impulssivasteen perusteella impulssivasteelle painoarvo. Erään sovellusmuodon mukaan paino-
 10 arvo on painotettu keskiarvo lyhyen sovitettun suodattimen impulssivasteesta siten, että painotettavana arvona on impulssivasteen tapin sijainti eli indeksi ja painona tapin voimakkuus eli signaalin teho. Painotetun keskiarvon perusteella impulssivasteen painopiste pystytään määrittämään niin, että se mahdollistaa pituudeltaan lyhyen sovitettun suodattimen käytön. Eräässä sovellus-
 15 muodossa liikennekanavan vastaanotossa käytettävä sovitettun suodattimen hajotuskoodi on pituudeltaan 32 yksikköä eli chippiä.

Keksinnön erään sovellusmuodon mukaista on edelleen kontrolloida sormihaarojen koodivaiheen viiveitä impulssivasteen painopisteen mukaan. Tällöin sormihaarat eivät itsenäisesti seuraa signaalikomponenttinsa viiveessä
 20 tapahtuvia muutoksia, vaan etsijähaara ilmoittaa yhteisesti kaikille sormihaaroille impulssivasteen painopisteessä tapahtuneesta muutoksesta, jolloin sormihaarat voivat muuttaa omaa ajastustaan sen mukaisesti.

Keksinnöllä saavutetaan useita etuja. Etsijähaarassa lyhyen sovitettun suodattimen käyttäminen liikennekanavan vastaanotossa vähentää merkittävästi tarvittavia laskuoperaatioita vastaanotinta tahdistettaessa hajotus-
 25 koodiin. Sormihaarojen toteutus myös yksinkertaistuu huomattavasti, kun sormien ei tarvitse seurata signaalikomponenttinsa viiveitä itse.

Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen
 30 yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

Kuvio 1 esittää UMTS matkapuhelinjärjestelmää karkealla tasolla;

Kuvio 2 esittää UMTS matkapuhelinjärjestelmää GSM-verkon avulla
 kuvattuna;

Kuvio 3 esittää lähetin-vastaanotin parin toimintaa;

35 Kuvio 4 esittää RAKE-vastaanottimen rakennetta;

Kuvio 5 esittää kanavaestimaattia lyhyeen sovitettuun suodattimeen sovitettuna;

Kuvio 6 esittää vuokaaviona keksinnön erään sovellusmuodon kuvausta.

5 Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Keksintöä voidaan edullisesti käyttää erilaisissa hajaspektritekniikalla toteutetuissa matkapuhelinjärjestelmissä ja keksintöä kuvataankin laajakaistaista koodijakoista monikäyttömenetelmää käyttävässä universaalissa matkapuhelinjärjestelmässä (UMTS, Universal Mobile Telephony System),
 10 keksintöä siihen kuitenkin rajoittamatta. Keksinnön kuvauksen yhteydessä esitetyt esimerkit pohjautuvat WCDMA-järjestelmän kuvaukseen, josta on saatavissa lisätietoa ETSI:n (European Telecommunications Standards Institute) spesifikaatiosta "The ETSI UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA) ITU-R RTT Candidate Submission (Tdoc SMG2 260/98, May/June 1998)".

15 Viitaten kuvioihin 1 ja 2 selostetaan UMTS:n rakennetta. Kuviossa 1 esitetty kuvaus on UMTS:n rakenne karkealla tasolla, joten sitä selvennetään kuvion 2 avulla esittämällä, mikä tunnetun GSM-järjestelmän osa suunnilleen vastaa mitään UMTS:in osaa. On selvää, että esitetty vertailu ei ole mitenkään sitova, vaan suuntaa antava, sillä UMTS:in eri osien vastuut ja toiminnot ovat
 20 vielä suunnittelun alla. Kuviot sisältävät vain keksinnön selittämisen kannalta oleelliset lohkot, mutta alan ammattimiehelle on selvää, että tavanomaiseen matkapuhelinjärjestelmään sisältyy lisäksi muitakin toimintoja ja rakenteita, joiden tarkempi selittäminen ei tässä ole tarpeen.

UMTS on jaettu rakenteeltaan kuvion 1 mukaisesti järjestelmäosiin,
 25 joista pääasiallisin jako on päätelaitteen ja infrastruktuurin välillä. Päätelaitteella tarkoitetaan tässä yhteydessä esimerkiksi matkapuhelinta, kannettavaa tietokonetta tai tietoliikenneverkon käyttöön sovitettua kodinkonetta. Päätelaite voidaan edelleen jakaa kahteen osa-alueeseen, matkapuhelimeen (Mobile Equipment) ja käyttäjäpalvelujen identifiointiosa (User Services Identity Mo-
 30 dule), joiden välistä rajapintaa kutsutaan Cu:ksi. Matkapuhelin suorittaa radio-rajapinnan toiminnot ja sisältää lisäksi joukon muita toimintoja, kuten esimerkiksi matkapuhelimen liittämisen kannettavaan tietokoneeseen. Käyttäjäpalvelujen identifiointiosa sisältää datan ja funktiot käyttäjän identifiointiin radiojärjestelmässä. USIM mahdollistaa myös käyttäjän vapauden vaihtaa hänen käyttämänsä päätelaitetta tunnetun GSM-järjestelmän SIM-kortin tapaan.
 35 Infrastruktuuri-osa-alue on jaettu puolestaan pääsyverkkoon (Access Network

Domain) ja ydinverkkoon (Core Network Domain), joiden välistä liittymää kutsutaan lu:ksi. Pääsyverkko, jota kutsutaan myös UTRAN:ksi (UMTS Terrestrial Radio Network) käsittää fyysisen laitteiston ja mekanismit, joilla käyttäjä pystyy käyttämään verkkoa, kun taas ydinverkko vastaa korkeammalla tasolla verkon hallinnasta, kuten esimerkiksi käyttäjien sijainti-informaation, tiedonsiirron ja signaaloinnin hallinnasta. Ydinverkko jaetaan kolmeen eri osa-alueeseen, palvelevaan verkkoon (Serving Network), kotiverkkoon (Home Network) ja läpikulkuverkkoon (Transit Network). Palveleva verkko vastaa puheluiden reitittämisestä ja käyttäjädatan siirrosta tiedon lähteen ja kohteen välillä. Palvelevalla verkolla on myös yhteydet kotiverkkoon ja läpikulkuverkkoon. Kotiverkko huolehtii verkkofunktioista, jotka perustuvat pysyvään sijaintiin. Läpikulkuverkko huolehtii UMTS-verkon ulkopuolelle suuntautuvista yhteyksistä niissä tapauksissa, jolloin yhteyden toinen osapuoli sijaitsee UMTS-verkon ulkopuolella.

Kuvion 2 mukaisesti voidaan päätelaitteesta UE muodostaa piirikytkentäinen (circuit switched) yhteys yleiseen puhelinverkkoon PSTN (Public Switched Telephone Network) 202 kytkettyyn tilaajapäätelaitteeseen 200. Tukiasemassa 220 on multiplekseri (multiplexer) 214, lähetinvastaanottimia (transceiver) 216, ja ohjausyksikkö 218, joka ohjaa lähetinvastaanottimien 216 ja multiplekserin 214 toimintaa. Multiplekserillä 214 sijoitetaan useiden lähetinvastaanottimien 216 käyttämät liikenne- ja ohjauskanavat siirtoyhteydelle lub, joka on tukiaseman ja palvelevan keskuksen välinen rajapinta. Tukiaseman 220 lähetinvastaanottimista 216 on yhteys antenniysikköön, jolla toteutetaan kaksisuuntainen radioyhteys Uu tilaajapäätelaitteeseen UE. Yleensä tukiaseman antenniysikkö on toteutettu vähintään yhdellä diversiteettiantennilla, jolloin esimerkiksi nousevassa siirtosuunnassa on kaksi paikallisesti erillistä, signaalin diversiteettiä hyödyntävää, antennihaaraa.

Keskus (telephone exchange) eli ryhmävalitsija (group switch) 210 on yhteydessä ohjausyksikköön 212, joka hallinnoi tyypillisesti seuraavia asioita: radioresurssien hallinta, solujen välisen kanavanvaihdon kontrolli, tehonsäätö, ajastus ja synkronointi, tilaajapäätelaitteen kutsuminen (paging). Ryhmävalitsijaa 210 käytetään puheen ja datan kytkentään sekä yhdistämään signaalointipiirejä. Tukiasemajärjestelmään 220 kuuluu lisäksi transkooderi 208, joka sijaitsee yleensä mahdollisimman lähellä matkapuhelinkeskusta 206, koska puhe voidaan tällöin siirtokapasiteettia säästään siirtää matkapuhelinjärjestelmän muodossa matkapuhelinkeskuksen 206 ja ryhmävalitsimen 210 välillä. Transkooderi 208 muuntaa yleisen puhelinverkon ja radiopuhelinverkon

välillä käytettävät erilaiset puheen digitaaliset koodausmuodot toisilleen sopiviksi, esimerkiksi kiinteän verkon 64 kbit/s muodosta solukkoradioverkon johonkin muuhun (esimerkiksi 13 kbit/s) muotoon ja päinvastoin. Kuviossa 2 ydinverkko (Core Network Domain) muodostuu UTRAN:in ulkopuolisesta matkapuhelinjärjestelmään kuuluvasta infrastruktuurista. Kuviossa 2 kuvataan ydinverkon laitteista matkapuhelinkeskus 206 ja porttimatkapuhelinkeskus 204, joka hoitaa matkapuhelinjärjestelmän yhteydet matkapuhelinjärjestelmän ulkopuoliseen tietoliikenneverkkoon, tässä yleiseen puhelinverkkoon 202.

Päätelaitteen UE ja UTRAN:in välinen radorajapinta Uu on rakenteeltaan kolmitasoinen protokollapino, jonka tasot ovat fyysinen kerros L1 (physical layer), datalinkkikerros L2 (data link layer) ja verkkokerros L3 (network layer). L2-kerros on edelleen jaettu kahteen osakerrokseen, LAC (Link Access Control) ja MAC (Medium Access Control). Verkkokerros L3 ja LAC ovat edelleen jaetut kontrolli- (C-) ja käyttäjä (U-) tasoihin. Fyysinen kerros L1 tarjoaa informaation siirtopalveluja siirtokanaville (transport channel) MAC:lle ja korkeammille tasoille. L2/MAC-kerros puolestaan välittää informaation fyysisten siirtokanavien ja ylempänä protokollapinossa olevien loogisten kanavien välillä. Loogisia kanavia on UMTS-järjestelmässä kuten muissakin digitaalisissa radiojärjestelmissä eri tyyppisiä kuten esimerkiksi kontrollikanavia ja liikennekanavia. Osa radiokanavista on nousevaan siirtosuuntaan päätelaitteesta solukkoradiojärjestelmään, kun taas osa on laskevaan siirtosuuntaan matkapuhelinjärjestelmästä päätelaitteelle päin. Kontrollikanavalla päätelaitteelle ei varata radioresursseja käyttöön, vaan kontrollikanavilla hoidetaan järjestelmän käyttöön liittyviä asioita, kuten päätelaitteiden kuulutusta kaikille päätelaitteille yhteisellä kuulutuskanavalla PCH (Paging Channel). Nousevassa siirtosuunnassa yksi kontrollikanava on esimerkiksi satunnaispääsykanava (RACH, Random Access Channel), jolla päätelaite pyytää verkolta yhteydenmuodostusta. Varsinaisia liikennöintikanavia varten päätelaitteelle varataan radioresursseja riippuen tiedonsiirtotarpeesta. Eräs looginen liikennekanava on DCH (Dedicated Channel), jolla siirretään informaatiota radiojärjestelmästä päätelaitteelle päin. UMTS-radiojärjestelmässä on lukuisia muitakin kanavia, mutta niiden selostaminen ei ole tässä keksinnön kannalta oleellista.

Fyysisillä kanavilla käytettävät kehys- ja purskerakenteet poikkeavat toisistaan riippuen siitä, millä fyysisellä kanavalla lähetys tapahtuu. Kehyksellä tarkoitetaan tässä useamman purskeen sisältämää kokonaisuutta, jolloin yhdelle käyttäjälle voidaan varata esimerkiksi aina kehyksen toinen aikaväli

purskeen lähetystä varten. Esimerkkinä kehyksestä voidaan ottaa UMTS:n TDD-moodin PDPCH fyysisen kanavan kehys, jonka pituus on 10 millisekuntia, ja kehys jaetaan kuuteentoista aikaväliin, jolloin kunkin aikavälin pituus on 0.625 millisekuntia. Aikavälissä lähetettävää datapakettia kutsutaan purskeeksi. Yksi edellä kuvattu purske voi sisältää 2560 chippiä informaatiota, joista chipit 0-1103 sisältävät dataa, chipit 1104-1359 sisältävät keskustan (midamble), chipit 1360-2463 jälleen dataa ja purskeen lopussa on 96 chipin pituinen varmistusjakso (guard period). Keskustan sisältämää dataa kutsutaan usein myös opetusjaksoksi (training sequence) tai pilotiksi (pilot).

Opetusjakso on joukko vastaanottajan tuntemia symboleita ja se välitetään päätelaitteelle verkosta esimerkiksi eteenpäinpääsykanavalla FACH (Forward Access Channel) ennen varsinaista yhteydenmuodostusta. Tätä päätelaitteen vastaanottamaa opetusjaksoa voidaan käyttää yhteyden aikana sekä laskevaan että nousevaan siirtosuuntaan, mutta eri siirtosuuntiin voidaan käyttää myös eri opetusjaksoja. Vastaanottaessaan purskeita kanavalla vastaanotin, joka voi olla päätelaite tai radioverkon tukiasema, muodostaa purskeen opetusjakson perusteella kanavaestimaatin eli impulssivasteen. Kanavaestimaatin muodostaminen tarkoittaa sitä, että vastaanotin pyrkii arvioimaan sitä, millä tavalla radiotie on vääristänyt purskeen datasisältöä. Saadun informaation perusteella vastaanotin voi tunnettuja menetelmiä hyväksikäyttäen yrittää korjata purskeen datasisältöä kanavaestimaatin mukaan. Opetusjakson ja siitä muodostetun impulssivasteen avulla kanavan laatua voidaan arvioida hyväksikäyttäen tunnettuja menetelmiä, kuten esimerkiksi C/I-suhde (Carrier/Interference), SIR (Signal Interference Ratio), bittivirhesuhde (Bit Error Rate), tai tutkimalla chipin energian suhdetta häiriötehotiheyteen E_c/I_0 .

Seuraavassa selostetaan kuvion 3 avulla yleisellä tasolla radiolähteen-radiovastaanotin -parin toimintaa. Radiolähteen voi sijaita tukiasemassa tai tilaajapäätelaitteessa UE, ja radiovastaanotin niinkään tilaajapäätelaitteessa UE tai tukiasemassa. Kuvion 3 yläosassa kuvataan radiolähtimen oleelliset toiminnot siten, että yläpuolella on ohjauskanavan käsittelyvaiheet ja alapuolella datakanavan käsittelyvaiheet ennen kanavien yhdistämistä ja lähettämistä radioyhteyden fyysiselle kanavalle. Ohjauskanavaan 314 sijoitetaan muun muassa purskeen opetusjakson muodostavat pilottibitit, joita vastaanotin käyttää kanavaestimoinnissa. Datakanavaan sijoitetaan käyttäjän dataa 300. Kanaville suoritetaan kanavakoodaus lohkoissa 302A ja 302B. Kanavakoodausta ovat esimerkiksi erilaiset lohkokoodit (block codes), joista eräs esi-

merkki on syklinen redundanttisuuden tarkistus (cyclic redundancy check, CRC). Lisäksi käytetään tyypillisesti konvoluutiokoodausta ja sen erilaisia muunnelmia, esimerkiksi punkturoitua konvoluutiokoodausta tai turbo-koodausta. Pilottibittejä ei kuitenkaan kanavakoodata, koska tarkoitus on saada selville kanavan signaaliin aiheuttamat vääristymät. Kun eri kanavat on kanavakoodattu, niin ne lomitetaan lomittimessa (interleaver) 304A, 304B. Lomittamisen tarkoitus on helpottaa virheenkorjausta. Lomittamisessa eri palveluiden bitit sekoitetaan määrätyllä tavalla keskenään, jolloin hetkellinen häipy-

5 da radiotiellä ei välttämättä vielä tee siirrettyä informaatiota tunnistuskelvottomaksi. Lomitetut bitit levitetään hajotuskoodilla lohkoissa 306A, 306B. Näin saadut chipit sekoitetaan sekoituskoodilla (scrambling code) ja moduloidaan lohkoissa 308 ja myös eri kanavilta saatavat erilliset signaalit yhdistetään lohkoissa 308 lähetettäväksi saman lähettimen kautta. Lopuksi yhdistetty signaali viedään radiotaajuusosille 310, jotka voivat käsittää erilaisia

10 tehonvahvistimia ja kaistanleveyttä rajoittavia suodattimia. Lähetyksen tehonsäädössä käytetty suljetun silmukan säätö ohjaa yleensä tässä lohkoissa olevaa lähetystehonsäätövahvistinta. Analoginen radiosignaali lähetään antennin 312 kautta radiotielle Uu.

Kuvion 3 alaosassa kuvataan radiovastaanottimen oleelliset toimin-

20 not. Radiovastaanotin on tyypillisesti RAKE-vastaanotin, jonka toimintaa selvitetään keksinnön kuvauksen yhteydessä kuviossa 4. Radiotieltä Uu vastaanotetaan analoginen radiotaajuinen signaali antennilla 332. Signaali viedään radiotaajuusosiin 330, jotka käsittävät suodattimen, joka estää halutun taajuuskaistan ulkopuoliset taajuudet. Sen jälkeen signaali muunnetaan lohkoissa

25 328 välitaajuudelle tai suoraan kantataajuudelle, jossa muodossa oleva signaali näytteistetään ja kvantisoidaan. Koska kyseessä on monitie-edennyt signaali, eri teitä pitkin edenneet signaalikomponentit pyritään yhdistämään lohkoissa 328, joka käsittää tunnetun tekniikan mukaisesti vastaanottimen varsinaiset RAKE-haarat. Saadun fyysisen kanavan lomitukset puretaan lomituksen

30 purkuvälineissä 326 ja lomituksesta purettu fyysinen kanava jaetaan demultiplekserissa 324 eri kanavien datavirtoihin. Kanavat ohjataan kukin omaan kanavakoodauksen purkulohkoon 322A, 322B, jossa puretaan lähetyksessä käytetty kanavakoodaus, esimerkiksi lohkokoodaus ja konvoluutiokoodaus. Kukin lähetetty kanava 320A, 320B, voidaan viedä tarvittavaan jatko-

35 käsittelyyn. Järjestelmän ohjauskanavat viedään radiovastaanottimen ohjausosaan 336.

Radiokanavalle lähetettävä informaatio kerrotaan hajotuskoodilla, jolloin suhteellisen kapeakaistainen informaatio leviää laajalle taajuuskaistalle. Kullekin yhteydelle Uu on oma hajotuskoodi tai hajotuskoodit, jolla tai joilla vastaanotin tunnistaa itselleen tarkoitetut lähetykset. Tyypillisesti keskenään

5 ortogonaalisia hajotuskoodeja voi maksimissaan olla käytössä samanaikaisesti 256 erilaista. Esimerkiksi UMTS:in laskevalla siirtotiellä käytettäessä 5 MHz kantaaltoa nopeudella 4.096 Mch/s hajotustekijä 256 vastaa 32 kb/s siirtonopeutta, vastaavasti suurin käytännöllinen siirtonopeus saavutetaan hajotustekijällä 4, jolloin tiedonsiirtonopeus on 2048 kb/s. Siirtonopeus kanavassa

10 siis vaihtelee portaittain 32, 64, 128, 256, 512, 1024, ja 2048 kbit/s hajotustekijän vaihtuessa vastaavasti 256, 128, 64, 32, 16, 8, ja 4. Käyttäjän käyttöönsä saama tiedonsiirtonopeus riippuu käytetystä kanavakoodauksesta. Esimerkiksi käytettäessä 1/3-konvoluutiokoodausta käyttäjän tiedonsiirtonopeus on noin 1/3 kanavan tiedonsiirtonopeudesta. Hajotustekijä ilmoittaa hajotuskoodin pi-

15 tuuden. Esimerkiksi hajotustekijää yksi vastaava hajotuskoodi on (1). Hajotustekijällä kaksi on kaksi keskenään ortogonaalista hajotuskoodia (1,1) ja (1,-1). Edelleen hajotustekijällä neljä on neljä keskenään ortogonaalista hajotuskoodia: ylemmän tason hajotuskoodin (1,1) alla ovat hajotuskoodit (1,1,1,1) ja (1,1,-1,-1), ja ylemmän tason toisen hajotuskoodin (1,-1) alla ovat hajotuskoodit (1,-1,1,-1) ja (1,-1,-1,1). Näin jatketaan hajotuskoodien muodostusta edet-

20 täessä koodipuussa alemmille tasoille. Tietyn tason hajotuskoodit ovat aina keskenään ortogonaalisia. Samoin tietyn tason jokin hajotuskoodi on ortogonaalinen jonkin toisen saman tason hajotuskoodin kaikkien siitä johdettujen seuraavien tasojen hajotuskoodien kanssa. Lähetyksessä yksi symboli kerrotaan hajotuskoodilla, jolloin data leviää käytettävälle taajuuskaistalle. Esimer-

25 kiksi hajotuskoodia 256 käytettäessä yhtä symbolia esittää 256 chippiä. Vastaavasti hajotuskoodia 16 käytettäessä yhtä symbolia esittää 16 chippiä.

Kuviossa 4 on kuvattu RAKE-vastaanottimen eräs toteutusmuoto keksinnön kannalta oleellisilta osiltaan. Tavanomaisessa CDMA-vastaanottimessa on yleisesti yhdestä viiteen RAKE-haaraa, joista kunkin tehtävänä on kuunnella vastaanotetun signaalin yhtä monitie-edennyttä kom-

30 ponenttia. Radiopuhelimen liikkuvasta luonteesta johtuen etenemisympäristö tukiaseman ja radiopuhelimen välillä vaihtelee jatkuvasti ja monitie-

35 edenneiden signaalien voimakkuus ja lukumäärä muuttuvat radiopuhelimen paikan mukana. Kuvioon 4 viitaten, vastaanotettu signaali viedään RAKE-vastaanottimessa antennivastaanottimen 400 ja radiotaajuusosien 402 jälkeen

A/D-muuntimelle 404. Vastaanotetulle signaalille etsitään monitie-edenneet komponentit etsijähaarassa 406 muodostamalla kanavan impulssivaste. Etsijähaara määrittää impulssivasteesta eri signaalikomponenttien viiveet ja allokoii komponentit RAKE-vastaanottimen sormihaarojen 408A-408D seurattavaksi.

5 Impulssivasteen muodostaminen tehdään tunnetun tekniikan mukaisesti, eikä se ole keksinnön kannalta oleellista. Eräässä sovellusmuodossa etsijähaara 406 seuraa yhteyden laatua jonkin tunnetun laatuarviointimenetelmän, kuten esimerkiksi bittivirhesuhteen (BER, Bit Error Rate) mukaisesti ja suorittaa sormihaarojen 408A-408D uudelleenallokoinnin, mikäli BER laskee jonkin ennalta

10 asetetun kynnysarvon alle. Yksi vaihtoehto on tehdä sormihaarojen uudelleenallokointi säännöllisin aikavälein. Yhteyden muodostusvaiheessa etsijähaarassa 406 oleva korrelaattori pyrkii tahdistumaan hajotuskoodilla hajotettuun opetusjaksoon impulssivasteen muodostamiseksi. Esimerkiksi RACH-kanavalla vastaanotettavaan purskeeseen käytetään etsijähaarassa suhteellisen pitkää sovitettua suodatinta, kuten esimerkiksi 256 chipin pituista, jotta hajotuskoodin oikean vaiheen löytäminen sujuisi mahdollisimman nopeasti. Hajotuskoodin oikeaan vaiheeseen tahdistuttuaan etsijähaaran sovitettu suodatin voidaan lyhentää esimerkiksi 32 chippiin liikennekanavan vastaanottoa varten. Eri korrelaattoreilta saatava signaali yhdistetään yhdistimessä 410,

20 jonka jälkeen signaali siirretään dekodausosalle 412. Kuviossa 4 on kuvattu yhden antennihaaran käsittävän antennivastaanottimen rakenne oleellisilta osiltaan. On selvää, että tukiaseman antennivastaanottimessa voidaan hyödyntää antennidiversiteettiä, jolloin antennihaaroja on useampia kuin yksi.

Kuviossa 4 esitetyn RAKE-vastaanottimen toimintaa keksinnön

25 kannalta oleellisilta osiltaan selvitetään seuraavaksi kuvioden 5 ja 6 avulla. Kuvion 6 alkuaskeleessa 600 keksinnön eräässä sovellusmuodossa tukiasemassa sijaitseva vastaanotin on valmiina vastaanottamaan tukiaseman kuuluvuusalueella sijaitsevalta matkapuhelimelta RACH-kanavalla RACH-purskeen. Askeleessa 602 signaali saapuu vastaanottimeen, jonka etsijähaara korreloi-

30 tuu signaaliin pitkän sovitetun suodattimen avulla. Vastaanottimessa muodostetaan niinkään kanavan impulssivaste vastaanotetun signaalin perusteella askeleen 604 mukaisesti. Impulssivastekuviosta etsitään korkeimman energian antavat tapit askeleen 606 mukaisesti, joiden mukaan lyhyt sovitettu suodatin sovitetaan askeleessa 608 liikennekanavan vastaanottoa varten. Kuviossa 5 on esimerkki eräästä impulssivastekuviosta, joka on sovitettu 32 chipin pituiseen lyhyeen sovitettuun suodattimeen 500. Y-akselilla 502 on kuvattuna signaalienergia, missä arvo 1 kuvaa maksimienergiaa. X-akseli 504 ku-

35

vaa sovitetun suodattimen pituutta chippeinä, mikä esimerkin tapauksessa on 32 chippiä. Käyrä 506 kuvaa täten impulssivasteen energiaa suhteutettuna sovitetun suodattimen sijaintiin chippeinä. Kuviosta nähdään, että impulssivastekuviossa on kaksi korkeaa huippua, joista toinen on merkitty 508. Keksinnön kannalta on keskeistä pitää esimerkiksi kuvion 5 kaksi huippua lyhyen sovitetun suodattimen 500 sisäpuolella, jolloin lyhyttä sovitettua suodatinta voidaan käyttää liikennekanavan vastaanotossa. Lyhyen sovitetun suodattimen käyttö on edullista, koska mitä lyhyempi suodatin on, sitä vähemmän vastaanottimessa täytyy tehdä korrelaatiolaskentoja signaalin vastaanoton yhteydessä. Keksinnön mukaisesti lyhyessä sovitetussa suodattimessa olevan impulssivastekuvion perusteella lasketaan impulssivasteen painoarvo tilastomatemattisia menetelmiä hyväksikäyttäen. Viitaten kuvion 6 askeleeseen 610, keksinnön erään edullisen sovellusmuodon mukaan mainittu tilastomatemattinen menetelmä on impulssivasteen painotetun keskiarvon laskenta

15 kaavan (1) mukaisesti.

$$(1) \quad C_g = \frac{\sum_{k=1}^{N_r} k \cdot R_k}{\sum_{k=1}^{N_r} R_k}, \text{ jossa}$$

C_g kuvaa impulssivasteen painopistettä, R_k impulssivasteen tapin energiaa, k impulssivasteen tapin indeksiä ja N_r on impulssivasteikkunan pituus. Keksinnön erään sovellusmuodon mukaisesti impulssivasteen painopiste voidaan laskea esimerkiksi 10 ms välein, jonka jälkeen painopiste voidaan kuviota 5 vastaavasti siirtää indeksin kohtaan 16, kun sovitetun suodattimen pituus on 32 chippiä. Kaavassa (1) on esitetty, että painopisteen laskennassa käytetään kaikkia lyhyen sovitetun suodattimen eri indeksien arvoja, jolloin matalien tappien eli kohinan vaikutus on suhteellisen suuri. Keksinnön erään sovellusmuodon mukaan painopisteen laskennassa otetaan kuitenkin mukaan vain suurimman energian antavat tapit, kuviosta 5 esimerkiksi laskentaan otettaisiin mukaan vain kaksi tappia. Erään sovellusmuodon mukaan painopiste voidaan myös laskea keskiarvona allokoitujen RAKE-haarojen viiveistä. Tällöin signaalin voimakkuus tietyllä hetkellä ei vaikuta laskentaan, vaan ainoastaan se, onko signaalikomponentille päätetty allokoita RAKE-haara. Kuvion 6 askeleen 612 mukaisesti, keksinnön erään sovellusmuodon mukaan asetetaan painoarvon muutokselle kynnyksisarvo N_s , joka sen tulee ylittää, ennen kuin toisen sovi-

tetun suodattimen sijaintia muutetaan. Painoarvon laskennan jälkeen verrataan painoarvon muutosta kynnysarvoon N_s , ja mikäli

$C_b \langle \frac{N_{ir}}{2} - \frac{N_{ir}}{N_s} \rangle$, muutetaan koodivaihetta N_s chippiä taaksepäin askeleen 614

mukaisesti, ja mikäli

5 $C_b \langle \frac{N_{ir}}{2} + \frac{N_{ir}}{N_s} \rangle$, muutetaan koodivaihetta N_s chippiä eteenpäin askeleen 616

mukaisesti. Kuvion 5 esimerkissä voidaan arvioida, että impulssivasteen painopiste on noin 26, jolloin $26 \rangle \frac{32}{2} + \frac{32}{8} = 20$, kun kynnysarvo N_s on 8. Tällöin

sovitettua suodatinta siirrettäisiin 8 askelta eteenpäin. Askeleen 618 mukaisesti painoarvon laskenta suoritetaan uudelleen tietyin ennalta määrätyin vä-

10 liajoin ja laskentaa suoritetaan niin kauan kuin signaalia vastaanotetaan.

Keksinnön erään edullisen sovellusmuodon mukaan RAKE-vastaanottimessa ohjataan sormihaarojen korrelaattoreita painopisteen muutosten mukaan. Lyhyessä sovitetussa suodattimessa olevan impulssivastekuvion painopisteen muuttuessa esimerkiksi yhden chipin taaksepäin, ilmoittaa
15 etsijähaara kaikille sormihaaroille, että näiden tulee muuttaa seuraamaansa koodivaihetta niinikään yhden chipin taaksepäin.

Keksintö toteutetaan edullisesti ohjelmallisesti, jolloin tukiasemassa 220 on mikroprosessori, jossa toimivana ohjelmistona laskentavälineet toteutetaan. Tietenkin keksintö voidaan myös toteuttaa vaadittavan toiminnollisuuden tarjoavilla laitteistoratkaisuilla, esimerkiksi ASIC:na (Application Specific Integrated Circuit) tai erillisiä logiikkakomponentteja hyödyntäen.

Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaiseen esimerkkiin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten esittämän
25 keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä käsitellä signaalin monitie-edenneitä komponentteja kommunikaatiojärjestelmässä, jossa menetelmässä

vastaanotetaan kommunikaatiojärjestelmän radiokanavalla lähetet-
5 tävä signaali RAKE-vastaanottimessa (602);

muodostetaan RAKE-vastaanottimen viive-estimaattorissa vastaanotetun signaalin perusteella radiokanavan impulssivaste korreloimalla vastaanotettua signaalia ensimmäiseen sovitettuun suodattimeen (604),

t u n n e t t u siitä, että:

10 paikannetaan impulssivasteen suurimman signaalienergian käsittävä yksi tai useampi tappi (606);

sovitetaan mainittu yksi tai useampi tappi ensimmäistä sovitettua suodatinta lyhyempään toiseen sovitettuun suodattimeen (608);

lasketaan toisessa sovitetussa suodattimessa sijaitsevan yhden tai
15 useamman tapin perusteella impulssivasteelle tilastollisia menetelmiä käyttäen painoarvo (610);

verrataan painoarvon ja toisen sovitetun suodattimen keskikohdan välistä poikkeamaa poikkeamalle asetettuun kynnysarvoon (612);

siirretään toista sovitettua suodatinta eteenpäin poikkeaman ylittä-
20 essä poikkeaman ylitykselle asetetun kynnysarvon (614);

siirretään toista sovitettua suodatinta taaksepäin poikkeaman alittaessa poikkeaman alitukselle asetetun kynnysarvon (616);

toistetaan neljää viimeksi mainittua askelta signaalin vastaanoton ajan (618).

25 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

määritellään impulssivasteen perusteella signaalin kunkin monitie-edenneen komponentin viive;

allokoidaan ainakin yhtä monitie-edennyttä komponenttia vastaan-
30 ottamaan RAKE-vastaanottimen korrelaattori ja ilmoitetaan korrelaattorille monitie-edenneen komponentin viive;

vastaanotetaan signaali korrelaattorissa mainittu signaalin komponentin viive huomioiden;

35 mikäli painoarvo muuttuu, muutetaan kullekin mainitulle yhdelle tai useammalle korrelaattorille ilmoitettua viivettä painoarvon muutoksen verran;

toistetaan viimeksi mainittu askel aina painoarvon laskennan yhteydessä.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että painoarvo lasketaan allokoitujen korrelaattoreiden viiveiden keskiarvona.

4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että painoarvo lasketaan painotettuna keskiarvona impulssivasteen ta-
peista siten, että painotettavana tekijänä on impulssivasteen tapin sijainti ja
painona tapin energian suuruus eli laskenta tehdään kaavalla:

$$C_g = \frac{\sum_{k=1}^{N_g} k \cdot R_k}{\sum_{k=1}^{N_g} R_k}.$$

5. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

asetetaan painoarvon poikkeamalle toisen sovitettun suodattimen keskikohdasta pienintä sovitettun suodattimen koodivaiheen siirtoa osoittava viitearvo N_s ;

muutetaan toisen sovitettun suodattimen sijaintia N_s koodivaihetta taaksepäin, mikäli $C_g < \frac{N_{ir}}{2} - \frac{N_{ir}}{N_s}$;

muutetaan toisen sovitettun suodattimen sijaintia N_s koodivaihetta eteenpäin, mikäli $C_g > \frac{N_{ir}}{2} + \frac{N_{ir}}{N_s}$;

toistetaan kaksi viimeistä askelta aina painoarvon laskennan yhteydessä.

6. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu kommunikaatiojärjestelmä on hajaspektritekniikalla toteutettu koodijakoista monikäyttömenetelmää (CDMA) käyttävä solukkoradioverkko.

7. RAKE-vastaanotin kommunikaatiojärjestelmässä, joka vastaanotin käsittää

välineet vastaanottaa (400) kommunikaatiojärjestelmän radiokanavalla lähetettävä signaali;

yhden tai useamman viive-estimaattorin (406) muodostaa vastaanotetun signaalin perusteella radiokanavan impulssivaste korreloimalla vastaanotettua signaalia ensimmäiseen sovitettuun suodattimeen,

yhden tai useamman korrelaattorin (408A-408D) seurata vastaanotetun signaalin monitie-edennyttä komponenttia;

tunnettu siitä, että:

RAKE-vastaanotin käsittää

välineet paikantaa (406) impulssivasteen suurimman signaalienergian käsittävä yksi tai useampi tappi;

välineet sovittaa (406) mainittu yksi tai useampi tappi ensimmäistä sovitettua suodatinta lyhyempään toiseen sovitettuun suodattimeen;

välineet verrata (406) painoarvon ja toisen sovitetun suodattimen keskikohdan välistä poikkeamaa poikkeamalle asetettuun kynnyksarvoon;

välineet siirtää (406) toista sovitettua suodatinta eteenpäin poikkeaman ylittäessä poikkeaman ylitykselle asetetun kynnyksarvon;

välineet siirtää (406) toista sovitettua suodatinta taaksepäin poikkeaman alittaessa poikkeaman alitukselle asetetun kynnyksarvon;

välineet toistaa (406) neljää viimeksi mainittua askelta signaalin vastaanoton ajan.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen RAKE-vastaanotin, tunnettu siitä, että RAKE-vastaanotin käsittää

välineet määritellä impulssivasteen perusteella signaalin kunkin monitie-edenneen komponentin viive;

välineet allokoida ainakin yhtä monitie-edennyttä komponenttia vastaanottamaan RAKE-vastaanottimen korrelaattori ja ilmoitetaan korrelaattorille monitie-edenneen komponentin viive;

välineet vastaanottaa signaali korrelaattorissa mainittu signaalin komponentin viive huomioiden;

mikäli painoarvo muuttuu, välineet muuttaa kullekin mainitulle yhdelle tai useammalle korrelaattorille ilmoitettua viivettä painoarvon muutoksen verran;

välineet toistaa viimeksi mainittu askel aina painoarvon laskennan yhteydessä.

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen RAKE-vastaanotin, tunnettu siitä, että RAKE-vastaanotin käsittää välineet laskea painoarvo allokoitujen korrelaattoreiden viiveiden keskiarvona.

10. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen RAKE-vastaanotin, tunnettu siitä, että RAKE-vastaanotin käsittää

- välineet laskea painoarvo painotettuna keskiarvona impulssivasteen tapeista siten, että painotettavana tekijänä on impulssivasteen tapin sijainti ja
5 painona tapin energian suuruus eli laskenta tehdään kaavalla:

$$C_g = \frac{\sum_{k=1}^{N_g} k \cdot R_k}{\sum_{k=1}^{N_g} R_k}.$$

11. Patenttivaatimuksen 7, 8 tai 9 mukainen RAKE-vastaanotin, tunnettu siitä, että RAKE-vastaanotin käsittää

- välineet asettaa painoarvon muutokselle pienintä sovitettun suodattimen koodivaiheen siirtoa osoittava viitearvo N_s ;
10

välineet muuttaa toisen sovitettun suodattimen sijaintia N_s koodivaihetta taaksepäin, mikäli $C_g < \frac{N_{ir}}{2} - \frac{N_{ir}}{N_s}$;

välineet muuttaa toisen sovitettun suodattimen sijaintia N_s koodivaihetta eteenpäin, mikäli $C_g > \frac{N_{ir}}{2} + \frac{N_{ir}}{N_s}$;

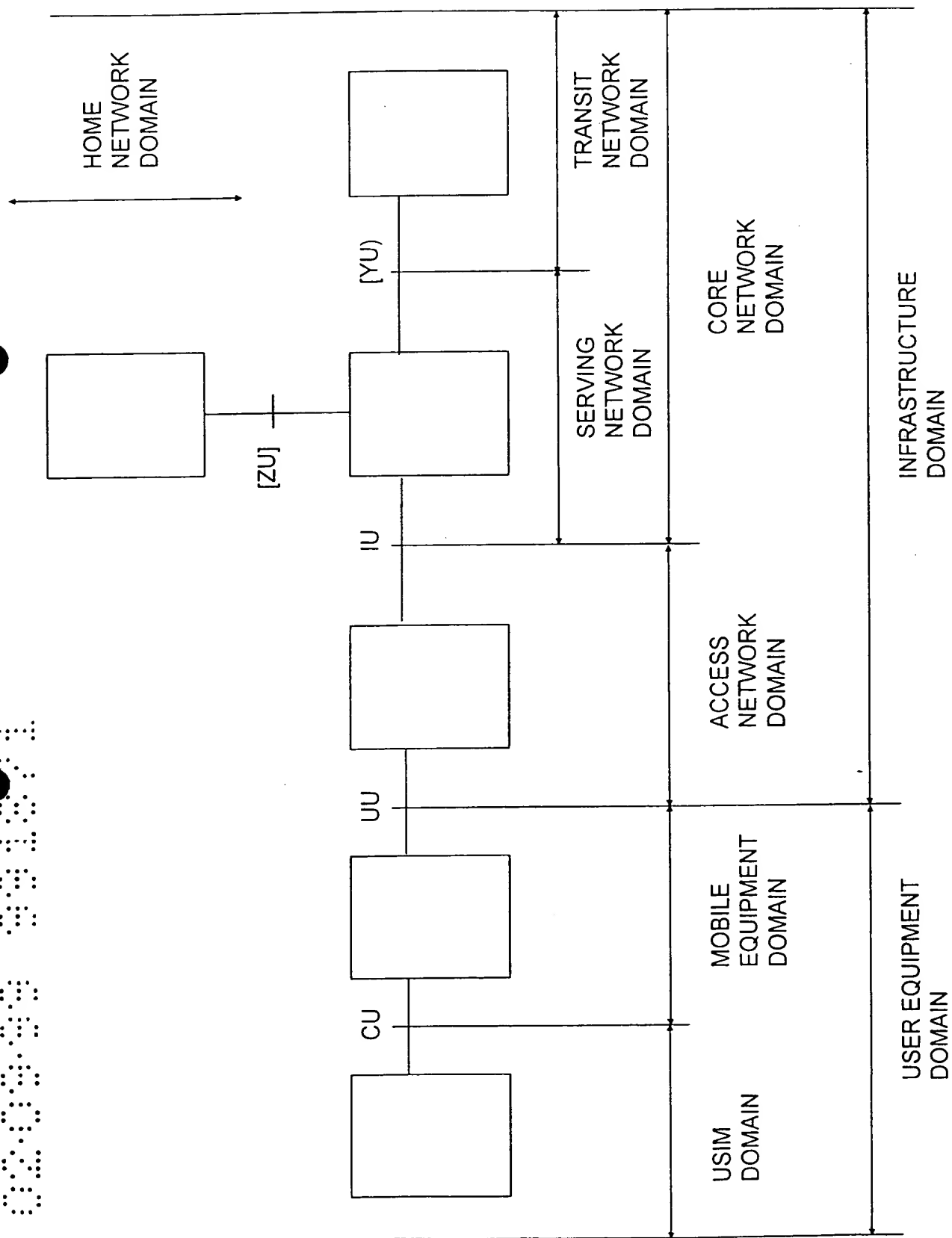
- 15 välineet toistaa kaksi viimeistä askelta aina painoarvon laskennan yhteydessä.

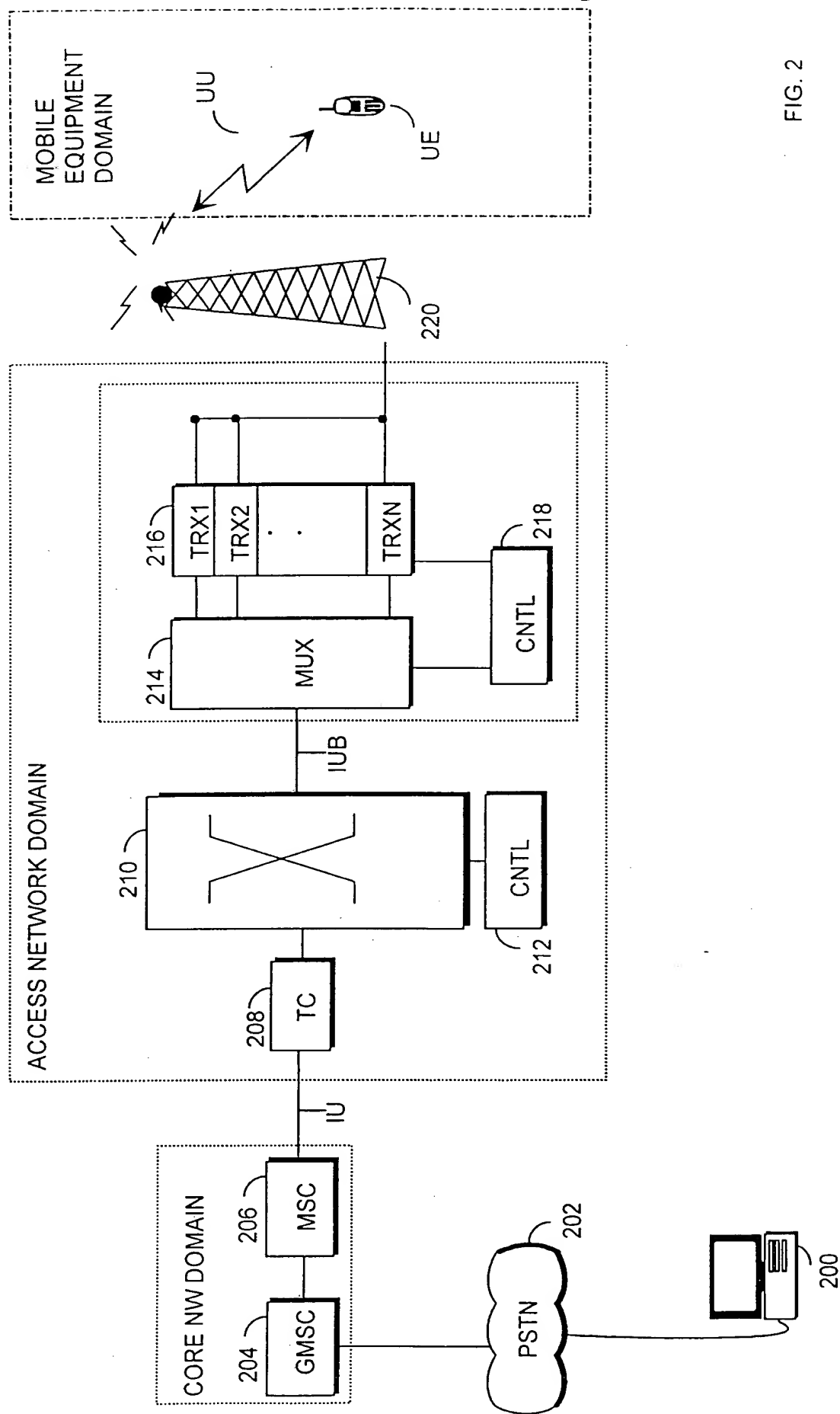
12. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen RAKE-vastaanotin, tunnettu siitä, että mainittu kommunikaatiojärjestelmä on hajaspektritekniikalla toteutettu koodijakoista monikäyttömenetelmää (CDMA) käyttävä solukoradioverkko.
20

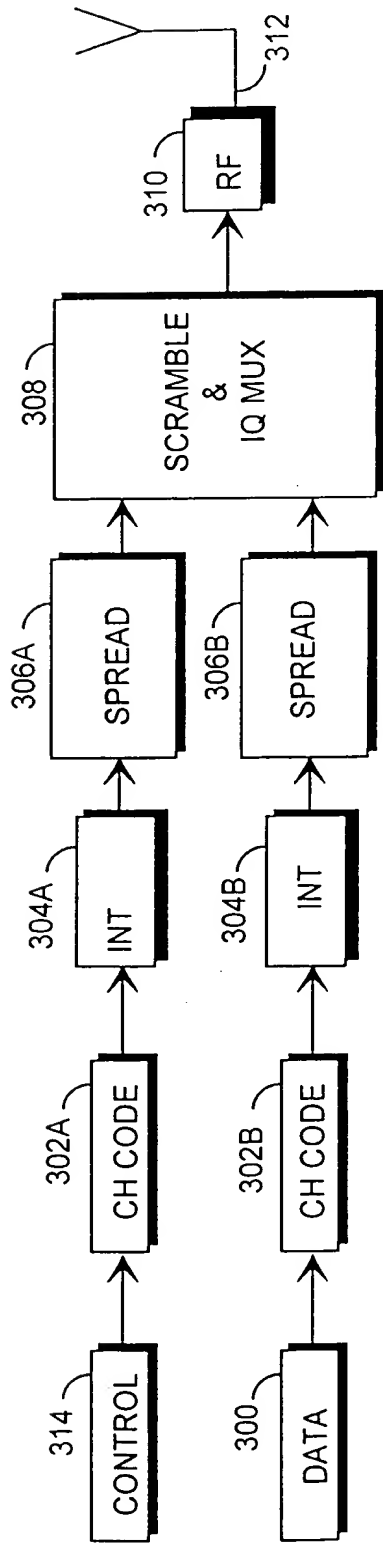
(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on menetelmä käsitellä signaalin monitie-edenneitä komponentteja kommunikaatiojärjestelmässä ja kommunikaatiojärjestelmän vastaanotin. Menetelmässä (602) vastaanotetaan kommunikaatiojärjestelmän radiokanavalla lähetettävä signaali RAKE-vastaanottimessa, (604) muodostetaan RAKE-vastaanottimen viive-estimaattorissa vastaanotetun signaalin perusteella radiokanavan impulssivaste korreloimalla vastaanotettua signaalia ensimmäiseen sovitettuun suodattimeen. Menetelmässä (606) paikannetaan impulssivasteen suurimman signaalienergian käsittävä yksi tai useampi tappi, (608) sovitetaan mainittu yksi tai useampi tappi ensimmäistä sovitettua suodatinta lyhyempään toiseen sovitettuun suodattimeen, (610) lasketaan toisessa sovitetussa suodattimessa sijaitsevan yhden tai useamman tapin perusteella impulssivasteelle tilastollisia menetelmiä käyttäen painoarvo, (612) verrataan painoarvon ja toisen sovitetun suodattimen keskikohdan välistä poikkeamaa poikkeamalle asetettuun kynnyksarvoon, (614) siirretään toista sovitettua suodatinta eteenpäin poikkeaman ylittäessä poikkeaman ylitykselle asetetun kynnyksarvon, (616) siirretään toista sovitettua suodatinta taaksepäin poikkeaman alittaessa poikkeaman alitukselle asetetun kynnyksarvon, (618) toistetaan neljää viimeksi mainittua askelta signaalin vastaanoton ajan.

(Kuvio 6)







UU

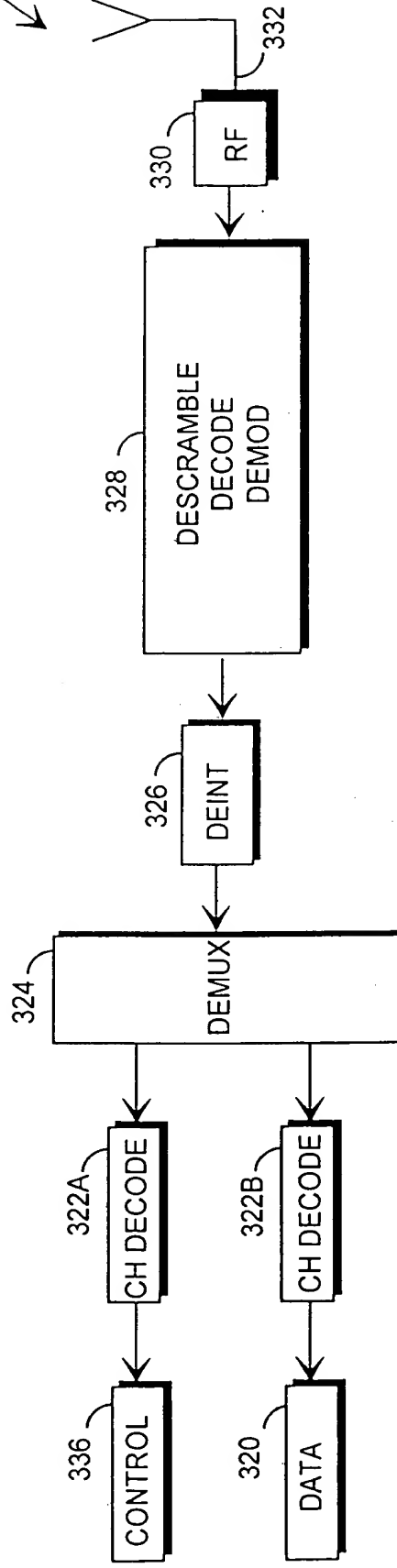


FIG. 3

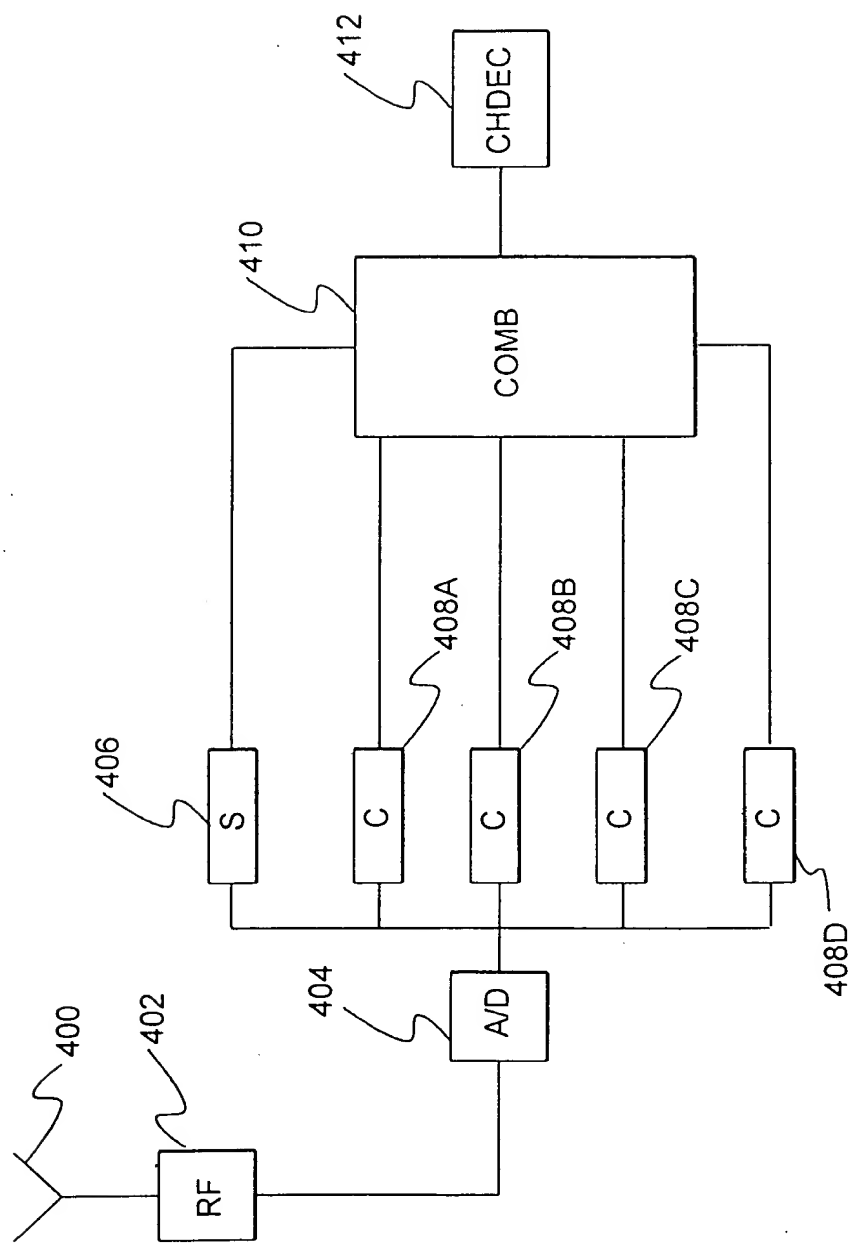


FIG. 4

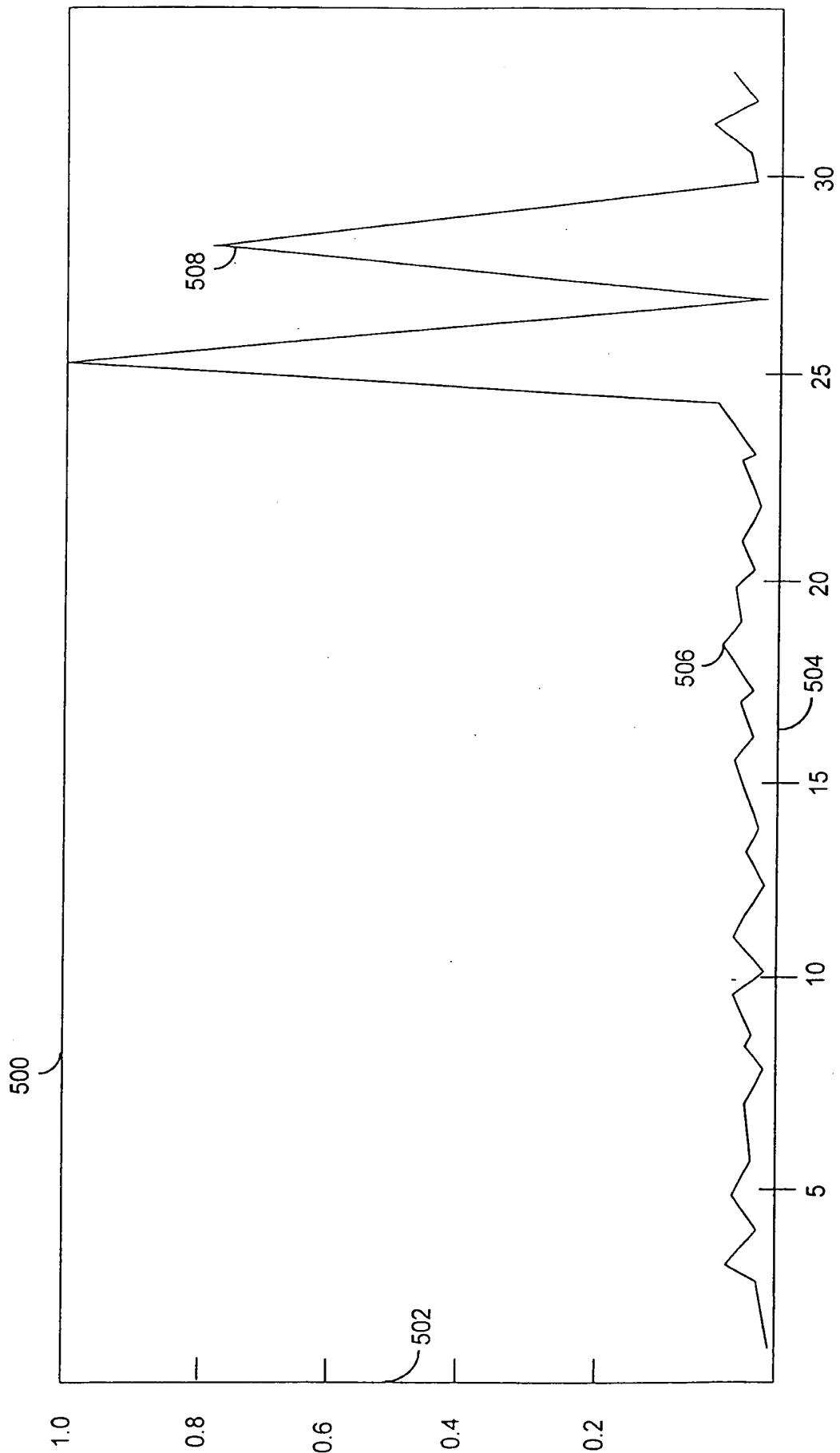


FIG. 5

600 START

Fig 6

602 RECEIVING SIGNAL IN RECEIVER

604 FORMING IN RECEIVER AN IMPULSE
RESPONSE BASED ON RECEIVED SIGNAL

606 LOCATING IN RECEIVER A FEW IMPULSE
RESPONSE TABS WITH HIGHEST ENERGY

608 MATCHING FOUND TABS TO A SHORT MF

610 CALCULATING WEIGHTED AVERAGE FOR
LOCATION OF WEIGHT OF IMPULSE RESPONSE
BASED ON TABS IN SHORT MF

612 COMPARING LOCATION OF WEIGHTED
AVERAGE TO CENTER OF SHORT MF

OVER REF
VALUE?

YES

614 MOVE MF
FORWARD

UNDER REF
VALUE?

YES

616 MOVE MF
BACKWARD

618

618

NO

NO

